Mobilité et routage OLSR

K. Oudidi, N. Enneya, A. Loutfi et M. El Koutbi

Laboratoire SI2M, ENSIAS, B.P. 715, ENSIAS Rabat - MAROC

k_oudidi@yahoo.fr; enneya@gmail.com; loutfi_ahmed_desa@yahoo.fr; elkoutbi@ensias.ma

RÉSUMÉ. La performance des protocoles de routage dans un réseau ad -hoc est liée à la topologie du réseau et au taux de changement de l'état de ses liens. La mobilité des nœuds provoque des changements fréquents dans la topologie du réseau. Ainsi, si on arrive à maîtriser d'une manière appropriée le déplacement des nœuds, les algorithmes de routage peuvent en tirer profit. Ce travail présente une solution basée sur l'estimation de la mobilité des nœuds pour améliorer les performances des protocoles de routage des réseaux ad hoc. La solution proposée est intégrée au protocole OLSR (Optimized Link State Routing) et déf init, avec la métrique du nombre de sauts, une métrique plus adaptée. Nos simulations montrent que Mod-OLSR fournit de meilleures performances que le protocole OLSR classique.

ABSTRACT. The performance of a MANET is closely related to the efficiency of the routing protocol in adapting to changes in the network topology and the link status. Due to the mobility of the nodes, the network topology may change unpredictably leading to changes of wireless link status between nodes. Thus, finding a suitable way to manage and control mobility, makes routing protocols more efficient. This work presents a solution based on the estimation of the mobility of nodes to improve performances of routing protocols in an ad hoc network. The proposed solution is integrated into OLSR (Optimized Link State Routing) and defines, with number of hops, a new and more adapted metric. Our simulations show that the modified OLSR «Mod -OLSR» provides better performances than the original one.

MOTS-CLÉS : réseaux ad hoc, mesure de la mobilité, modèle de mobilité, protocoles de routage, performance, OLSR.

KEYWORDS: ad-hoc network, mobility measure, mobility models, routing protocols, performance, OLSR.

1. Introduction

Les MANETs (Mobile AdHoc Network) posent des problèmes spécifiques ayant une influence importante sur les solutions à mettre en place pour assurer la QoS. Les problèmes principaux sont : la mobilité des nœuds et l'incertitude sur l'état des liens. En effet, la mobilité des nœuds provoque des changements fréquents de la topologi e du réseau, de même que les interférences sur les liens radio aboutissent à la disparition de certaines routes. De plus, l'incertitude sur l'état des liens témoigne de l'absence de garantie sur le débit de chaque lien, ou même du délai d'acheminement des paquets.

Actuellement, deux grandes familles de protocoles ont été définies [14], les protocoles réactifs et les protocoles proactifs. Les protocoles réactifs construisent les routes « à la demande ». Quand un nœud a besoin de communiquer avec un autre nœ ud, il envoie des requêtes de recherche de route et attend une réponse lui indiquant le chemin à suivre. Actuellement le plus connu de ces protocoles est AODV [3,10]. Les protocoles proactifs maintiennent à jour les tables de routage par l'échange régulier de messages sur la topologie du réseau. Le plus abouti de ces protocoles est OLSR [4,13].

Notre travail sera organisé comme suit : Dans un premier temps, nous introduirons l'importance de la mobilité lors de la conception des protocoles de routage. Ensui te nous proposerons notre estimation pour la mesure de mobilité. Dans la section 3, nous essaierons d'examiner son comportement en utilisant les critères que nous avons estimé pertinents pour caractériser un MANET [1] (nombre de nœuds, vitesse, portée, modèle de mobilité,...). Les sections 4 et 5, présentent brièvement le principe de fonctionnement et les résultats de comparaisons de l'OLSR standard et l'OLSR modifié. En dernier lieu, nous conclurons cet article et nous présenterons quelques perspectives fut ures.

2. Importance de la mobilité dans la conception des protocoles

Fournir la qualité de service dans les MANET est un sujet complexe à cause des contraintes liées au mode ad-hoc, au medium sans fil qui est peu fiable et à la bande passante limitée. La métrique de plus court chemin 'en termes de nombre de sauts' ne tient pas compte de la qualité des liens sans fil, ce qui entraîne généralement une réduction du débit. Il manque une solution définitive capable de gérer de façon efficace la mobilité des utilisateurs et permettant de garantir la qualité de service demandée.

Tous les travaux qui suivent peuvent se situer dans une seule classe qui tente de mesurer la mobilité relative d'un nœud. Par ailleurs, des nouvelles recherches s'orientent vers le contrôle des mouvements.

L'utilisation de la moyenne [5,16] ou de la vitesse maximale [6] comme une mesure de mobilité pose un problème dans le sens où le mouvement relatif entre les nœuds n'est pas reflété par une telle mesure. Aussi, l'utilisation de la moyenne ou de la vitesse maximale avec différents modèles de mobilité induit généralement une variation du taux de changement de route. L'approche [7] utilisant le taux de changement de l'état des liens n'est pas satisfaisante du fait que l'estimati on exacte du taux de changement du lien quand le réseau n'est pas stable est difficile. La mobilité des nœuds doit être donc maîtrisée afin de permettre une utilisation raisonnable du réseau.

3. Notre approche pour la mesure de la mobilité

Le taux de mobilité est un facteur très important dans le processus de simulation dans les réseaux ad hoc, il nous permet de bien évaluer et interpréter les résultats de la simulation. Dans cette section, nous définirons notre méthode pour l'estimation de la mobilité d'un nœud dans un réseau ad-hoc. La mobilité est quantifiée localement et périodiquement (durant l'échange des messages HELLOs), de plus elle ne dépend pas de la localisation du nœud concerné. Nous représentons cette quantification, relative, par le changement de son voisinage.

La mobilité représente, à un instant 't', pour chaque nœud, la variation subie par les voisins comparée au moment précédent 't-Δt'. Ainsi, les nœuds qui joignent et/ou quittent le voisinage d'un nœud A influencent l'évaluation de so n degré de mobilité.

Nous avons représenté formellement cette quantification par la formule suivante [8]:

$$M_A(t) = a \frac{NodesOut}{Nodes} {}_{A}(t - \Delta t) + (1 - a) \frac{NodesIn}{Nodes} {}_{A}(t)$$
 (1)

 Δt : L'intervalle du temps qui sépare les moments 't - Δt ' et 't'.

NodesOut_A(t): Le nombre des nœuds qui ont quitté la zone de couverture de A

pendant l'intervalle de temps [t,t+ Δ t].

NodesIn_A(t) : Le nombre des nœuds qui ont joint la zone de couverture de A

pendant L'intervalle de temps [t,t+ Δ t].

 $Nodes_A(t)$: Le nombre des nœuds dans la zone de couverture de A à l'instant t.

'a' : Le coefficient de mobilité prenant sa valeur entre 0 et 1

La valeur optimale de 'a' sera calculée à partir de nombreuses simulations. Le but donc est de faire varier la valeur de 'a' pour trou ver la valeur optimale qui donne les meilleurs résultats en terme de performance et par conséquent, trouver une équation optimisée pour quantifier le degré de mobilité. On peut prendre a=1/2 pour pondérer équitablement les entrées et les sorties.

Nous définissons la mesure moyenne, dans le temps, de la mobilité d'un réseau 'Mob(t)' dans des intervalles de temps réguliers comme suit :

$$Mob(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} M_i(t)$$
 Où N est le nombre de nœud du réseau.

La mobilité moyenne sur une période de simulation T, est alors définit par :

$$M = \frac{1}{T} \sum_{k} Mob(t) \quad \text{Où } k \in \{0, \Delta t, 2\Delta t, \dots E(T/\Delta t) * \Delta t\}$$

E(x) Désigne la partie entière de x et T le temps de simulation.

Dans la section suivante nous présentons le comportement de la mobilité du réseau précédemment définie. Ce comportement est mesuré en changeant les paramètres dominants pour caractériser un environnement MANET.

4. OLSR et Mod-OLSR

OLSR est un protocole de routage proactif pour les réseaux ad hoc. Ce protocole propose une optimisation permettant de réduire la taille des messages de contrôle et de minimiser l'inondation du trafic de contrôle. Le protocole hérite de la stabilité de l'algorithme d'état de lien et il a l'avantage d'avoir des routes immédiatement disponibles dès que nécessaire grâce à s a nature proactive. OLSR est une adaptation du protocole d'état de lien classique aux les réseaux ad hoc.

OLSR est un protocole proactif qui permet l'échange régulier des informations sur la topologie entre les nœuds du réseau. Le concept principal utilisé dans le protocole est le relais multipoint (MPR). L'idée du MPR est de minimiser l'inondation du trafic de contrôle dans un réseau en réduisant les retransmissions dupliquées dans la même région. Chaque nœud dans le réseau sélectionne un ensemble de nœuds de son voisinage auxquels ses messages seront transmis. Un nœud sélectionne ses MPRs parmi ses voisins à un saut avec un lien symétrique. Cet ensemble est choisi de manière à couvrir tous les nœuds qui sont à deux sauts. Les nœuds sélectionnés comme MPRs annoncent régulièrement leur condition de MPR dans les messages de contrôle envoyés à son voisinage. De cette façon, un nœud annonce au réseau qu'il est capable d'atteindre les nœuds qui l'ont élu comme MPR. Dans le calcul de la route, les MPRs sont utilis és pour la mise en place des routes vers toutes les destinations du réseau. Ainsi, en sélectionnant la route par l'intermédiaire des MPRs, on évite les problèmes liés à la transmission de paquets sur des liens unidirectionnels. Chaque nœud maintient l'info rmation sur ses voisins qui ont été sélectionnés comme MPR. Un nœud obtient cette information par les messages de contrôle reçus périodiquement de ses voisins.

Dans notre proposition 'Mod-OLSR', nous utilisons ce même mécanisme de découverte de voisinage pour le calcul de la mobilité d'un nœud donné ainsi que celle du réseau, en se basant sur la formule précitée (1), pour la recherche et l'établissement des routes avec une QoS. On souhaite élire les MPRs les moins mobiles pour éviter les coupures de liens et le rétablissement des routes. Par ailleurs, ce paramètre de mobilité est léger au niveau calcul et ne demande pas assez de ressources en mémoire et CPU.

5. Simulation

5.1 Comportement de la mobilité du réseau

La mobilité et la variation de la connectiv ité des nœuds sont considérées comme des contraintes principales qui affectent directement les performances des MANETs, Les protocoles qui assurent la communication dans un réseau ad hoc doivent également en prendre en compte. Dans ce paragraphe nous allon s essayer d'étudier le comportement de notre mesure de la mobilité dans différentes configurations. Les principaux paramètres que nous considérons dans ce travail sont : le nombre de nœuds du réseau, la portée des nœuds ainsi que la vitesse.

Surface	1000*1000 m ²
Temps de simulation	500 secondes
Pas de quantification	0.005 secondes
Nombre de nœuds	50, 100, 150 et 200 nœuds
Vitesse des nœuds	0 ms 20 ms 40 ms et 60 ms
Portée des nœuds	50 m, 100 m, 150 m et 200 m

Table 1: paramètres généraux pour les simulations

En plus des paramètres mentionnées ci-dessus, nous avons supposé que tous les nœuds se déplacent en utilisant le modèle aléatoire RWP[11] avec une vitesse maximum de 144 km/h (mobilité élevée), et une portée de 100 m. Ce modèle est très utilisé dans les simulations. Chaque nœud choisit aléatoirement, une destination, et une vitesse entre 0 et *Vmax et* se déplace vers la destination choisie avec la vitesse choisie. A l'arrivée, le nœud prend un temps de repos avant de choisir à nouveau une nouvelle destination et une nouvelle vitesse pour répéter le même processus.

La figure 1 montre que le nombre de nœuds dans le réseau affecte la mobilité du réseau. Ainsi, si le nombre de nœuds décroît, la mobilité du réseau croît considérablement. Ceci explique que les MANET deviennent sensibles au changement d'état des liens dans le cas où le nombre de nœuds diminue.

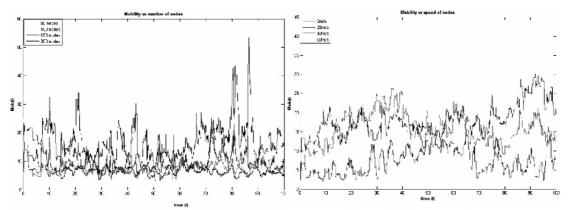


Figure1: Effet du nombre de nœuds

Figure 2: Effet de la vitesse

A travers les résultats des simulations (figure2), nous remarquons que notre formule de mobilité est fortement liée à la vitesse. Pour ceci, nous avons considéré un réseau MANET avec 50 nœuds avec une portée de 100 m chacun et nous avons changé la vitesse maximale des nœuds selon les valeurs du tableau 1.

La portée des nœuds joue un rôle déterminant pour les performances des protocoles de routage dans les réseaux ad-hoc [4]. Ainsi, plus la portée est grande plus le nombre de saut entre la source et la destination est petit. Aussi, la conne ctivité globale de réseau s'améliore et le taux de paquets livrés avec succès augmente. Si la portée des nœuds est assez grande, un grand nombre de nœuds se trouveront dans la zone de couverture d'un nœud donné, chose qui réduit le taux changements de l'ét at des liens vers les nœuds voisins.

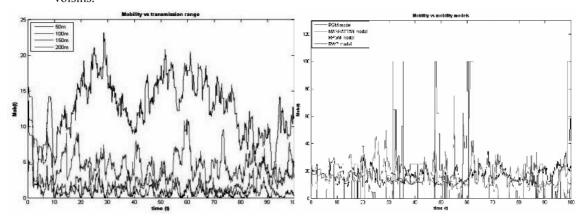


Figure 3: Effet du nombre de la portée

Figure 4: Effet des modèles de mobilité

Les résultats de la figure 3 montrent que la mobilité varie inversement avec la portée. Ainsi, la mobilité devient importante si nous avons des nœuds avec une petite portée. En effet, dans le cas d'une petite valeur de portée, les nœuds voisins qui se déplacent rapidement ont plus de chance pour joindre ou quitter rapidement la portée du nœud voisin. En conséquence, le taux de changement de l'état des liens devient important.

La figure 4 montre que la mobilité du réseau change avec le modèle de la mobilité utilisé. Pour le modèle Random WayPoint, la moyenne et la variance de la mobilité sont stables pendant durant toute la simulation. Le modèle de Manhattan, présente le même comportement. Ce comportement est produit généralement quand les nœuds sont au voisinage d'une intersection de routes. Enfin, la mesure de mobilité dans le modèle de groupe avec point de référence est généralement égale à 0, mais elle change dramatiquement. Ce changement rapide est produit quand les groupes s'approchent les uns les autres.

5.2 Evaluation des performances du protocole OLSR modifié

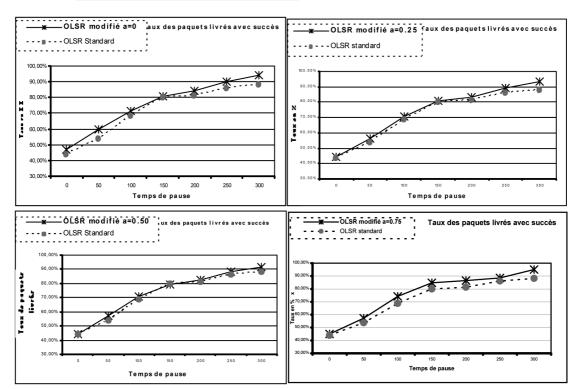
Pour améliorer la qualité de service d'un rés eau ad hoc, il s'avère pertinent d'inclure tous les paramètres pouvant améliorer la QoS tels que le délai, la bande passante, la mobilité, le coût du lien, la perte de paquets et le taux d'erreurs. Cependant, [9] nous montre que le calcul optimal d'une route prenant en considération deux métriques ou plus est NP-complet.

Mod-OLSR inclut le paramètre de mobilité pour chaque entrée associée à une route dans la table de routage. L'idée est d'ajouter l'information de mobilité mesurée pour chaque nœud ou sur chaque route. Les paramètres mesurés sont : le débit et le taux de paquet livrés avec succès. Les paramètres utilisés pour les simulations sont mentionnés dans le tableau ci-après.

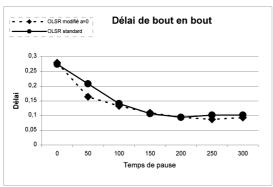
Taille du réseau	1000*1000 m ²
Modèle de mobilité utilisé	RWP
Nombre de nœuds	50
Temps de Pause	0, 50, 100, 150, 200, 250, and 300 s
Vitesse Min (resp. Max) des nœuds	1 m/s resp. 40 m/s
Nombre de connexions	10
Modèle de trafic utilise /taille paquet	CBR / 512 octets

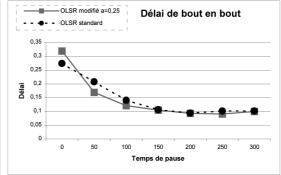
Table2 : paramètres utilisés pour les mesures de performanc e.

A- Le taux de paquets livrés avec succès:



B- Le Délai de bout en bout



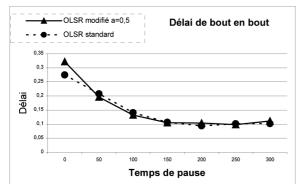


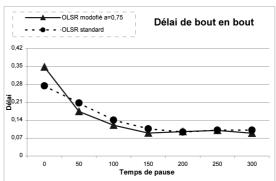
Débit



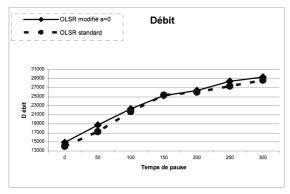


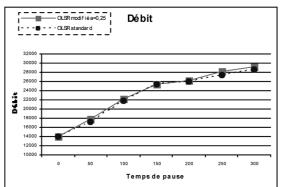


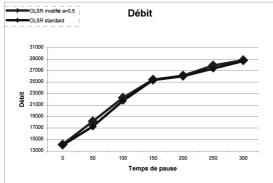


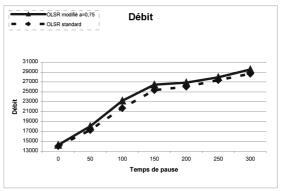


C- Le Débit









A partir des résultats des figures précédentes, nous remarquons que les performances réseaux, pour les deux protocoles OLSR et Mod-OLSR, se détériorent quand la mobilité des nœuds augmente (temps de pause= 0), le protocole modifié Mod-OLSR donne toujours de très bon résultats par rapport au protocole standard. Les résultats de simulation montrent que sous un environnement à forte mobilité, le taux de perte et le délai de bout en bout peuvent être réduits tout en maintenant un débit important.

6. Conclusion

Dans cet article, nous avons proposé une mesure intelligente, légère et cohérente de mobilité. Cette mesure est basée sur la quantification à des intervalles réguliers de temps, du changement de l'état des liens. Cette mesure de la mobilité est intimement liée avec les paramètres caractérisant les MANET. Par ailleurs, nous avons présenté le comportement la mobilité dans les modèles de mobilité employés lors des simulations. Les résultats des simulations montrent que les performances du protocole modifié sont nettement meilleures que celle du protocole standard.

7. Références

- [1] IETF Mobile Adhoc Networking (Manet) Working Group. http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html, 2004.
- [2] C.Bettstetter, G.Resta, and P.Santi. 'The Node Distribution of the Random Waypoint Mobility Model for Wireless Adhoc Networks'. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2(3):257–269, 2003.
- [3] Elizabeth, M.Belding-Royer and Charles E. Perkins 'Transmission Range Effects on AODV Multicast Communication'', (Mobile Networks and Applications, Springer Netherlands, vol. 7, pp. 455-470, 31 October 2004)
- [4] Thomas Clausen (ed) and Philippe Jacquet (ed). "Optimized Link State Routing protocol (OLSR)". RFC 3626 Experimental, October 2003.
- [5] D.S.Tan, S. Zhou, J.Ho, J.S.Mehta, and H.Tanabe, "Design and evaluation of an individually simulated mobility model in wireless ad hoc networks" in: Communication Networks and Distributed Systems Modeling and Simulation Conference 2002, San Antonio, TX, USA (2002).
- [6] C. Bettstetter and C.Wagner, "The spatial node dis-tribution of the random waypoint mobility model," Proc. 1st German Workshop on Mobile Ad-Hoc Network (WMAN'02), pp.41–58, Ulm, Germany, March 2002.
- [7] D.S.Tan, S.Zhou, J. Ho, J.S.Mehta, and H.Tanabe, "Design and evaluation of an individually simulated mobility model in wireless ad hoc networks," Proc.